

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-285506
 (43)Date of publication of application : 03.10.2002

(51)Int.CI.

E01C 7/18

(21)Application number : 2001-089651
 (22)Date of filing : 27.03.2001

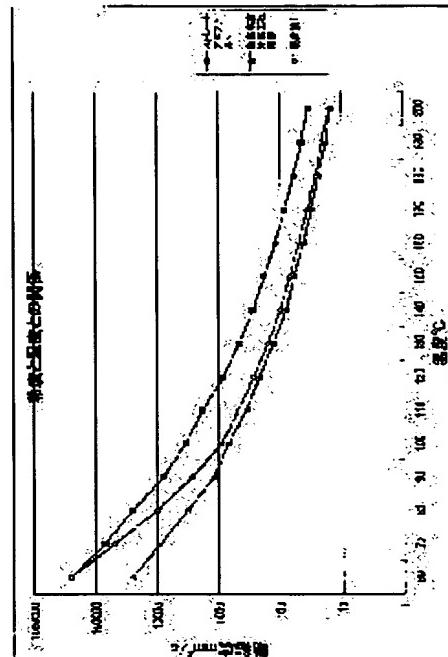
(71)Applicant : OGATA OSAMU
 (72)Inventor : OGATA OSAMU

(54) ASPHALT COMPOSITION AND MIXTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an asphalt composition and mixtures, by which the tendency of rut digging is reduced even when high-degree hydrocracking process residue is used as a paving material for a road and which has high solubility to rubber contents and resin contents.

SOLUTION: Straight-run asphalt of 5-90 pts.wt. is mixed with the high-degree hydrocracking process residue of 100 pts.wt.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3500129

[Date of registration] 05.12.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-285506

(P2002-285506A)

(43)公開日 平成14年10月3日 (2002.10.3)

(51)Int.Cl.⁷

E 01 C 7/18

識別記号

F I

E 01 C 7/18

テマコト^{*}(参考)

2 D 0 5 1

審査請求 有 請求項の数11 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願2001-89651(P2001-89651)

(22)出願日 平成13年3月27日 (2001.3.27)

(71)出願人 500396148

小形 治

東京都日野市新町3丁目31番23号

(72)発明者 小形 治

東京都日野市新町3丁目31番23号

(74)代理人 100108800

弁理士 星野 哲郎

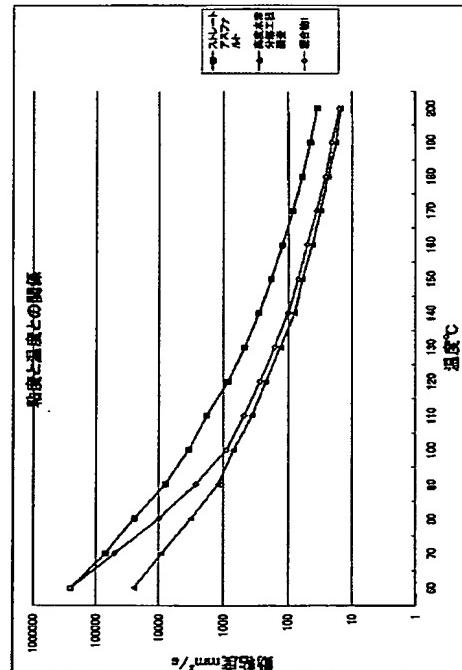
Fターム(参考) 2D051 AA02 AG01 AG03 AH03

(54)【発明の名称】 アスファルト組成物および合材

(57)【要約】

【課題】 道路用舗装材料として高度水素分解工程残査を使用しても、轍ぼれの傾向が少なく、さらにゴム分やレジン分に対する溶解性の高いアスファルト組成物および合材を提供する。

【解決手段】 高度水素分解工程残査100重量部に対し、5~90重量部のストレートアスファルトを混合する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高度水素分解工程残査100重量部に対し、5～90重量部のストレートアスファルトを混合した舗装用アスファルト組成物。

【請求項2】 請求項1の舗装用アスファルト組成物100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合したアスファルト組成物。

【請求項3】 請求項1または2のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の石油樹脂を混合したアスファルト組成物。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかのアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部のゴムを混合したアスファルト組成物。

【請求項5】 請求項1～3のいずれかのアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の熱可塑性ゴムを混合したアスファルト組成物。

【請求項6】 高度水素分解工程残査100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合したアスファルト組成物。

【請求項7】 請求項6のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の石油樹脂を混合したアスファルト組成物。

【請求項8】 請求項6または7のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部のゴムを混合したアスファルト組成物。

【請求項9】 請求項6または7のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の熱可塑性ゴムを混合したアスファルト組成物。

【請求項10】 排水・低騒音・ヒートアイランド防止及び透水性道路舗装に使用されることを特徴とする請求項3、4、5、7、8または9のいずれかに記載されたアスファルト組成物。

【請求項11】 請求項1～10のいずれかのアスファルト組成物が混合された合材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、道路舗装等に好適に用いられるアスファルト組成物および合材に関する。

【0002】

【従来の技術】本願発明者は、特願2000-252262の明細書において、高度水素分解工程残査を道路舗装材料に使用した場合に、従来のストレートアスファルトを使用した場合に比較して、合材製造時等の混合温度を低くすることにより、大幅な省エネルギーを図ることができ、また毒性等が問題となる物質の含有量が大幅に少なく、さらにリサイクル回数を多くすることができる等のメリットが得られることを開示した。ここに、「高度水素分解工程残査」とは、原油の減圧蒸留残査を温度350℃以上、圧力12.0MPa以上、雰囲気水素濃度70～90%、および流動触媒床の下で水素添加処理

10

し、さらに温度300℃以上、圧力13.8kPa以下の条件下で50質量%以上の軽質分を除去した残査をいう。

【0003】また、温度350℃以上、圧力12.0MPa以上、雰囲気水素濃度70～90%、および流動触媒床の下で水素添加処理する工程は、原油の減圧蒸留残査を高度水素分解する工程である。また、温度300℃以上、圧力13.8kPa以下の条件下で50質量%以上の軽質分を除去する工程は、前記高度水素分解工程において、減圧蒸留残査の一部が分解して生成された中間留分と残査とを分ける工程である。

【0004】さらにストレートアスファルトとは、原油を常圧・減圧蒸留装置などにかけ、軽質分を除去して得られる瀝青物質をいう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、舗装用材料において、ストレートアスファルトを高度水素分解工程残査単体に置き換えた場合、上記した多くのメリットが得られる反面、道路の轍掘れが激しいという問題があつた。常温付近における高度水素分解工程残査の動粘度がストレートアスファルトの動粘度より著しく低いからである。

【0006】また、近年都市の温暖化防止、局地的水害発生の防止等の観点から、道路舗装にいわゆる排水性・透水性（以下においては単に「透水性」という。）が求められる場合が多くなってきた。透水性舗装の場合、使用されるアスファルトには、ゴム分やレジン分をなるべく多く溶解させることが望まれている。特願2000-252262の明細書でも開示されているように、高度水素分解工程残査は本質的にゴム分やレジン分に対する溶解性がストレートアスファルトより良好であるが、さらに高い溶解性を得ることができないかという要求もあつた。

【0007】そこで、本発明は、道路用舗装材料として高度水素分解工程残査を使用しても、轍掘れの傾向が少なく、さらにゴム分やレジン分に対する溶解性の高いアスファルト組成物および合材を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】以下、本発明について説明する。

【0009】本発明の一態様では、高度水素分解工程残査100重量部に対し、5～90重量部のストレートアスファルトを混合したアスファルト組成物により前記課題を解決する。

【0010】この態様によれば、高度水素分解工程残査とストレートアスファルトとを所定範囲の割合にて混合したアスファルト組成物の高温における動粘度は高度水素分解工程残査の動粘度に近く、逆に低温になると急激にストレートアスファルトの動粘度に近くなる。したが

って、該混合物の高温における動粘度が低いので、高度水素分解工程残査単体で使用した場合における省エネルギーのメリットを享受することができる。また常温付近においては該混合物の動粘度はストレートアスファルトの動粘度近くまで高くなるので、高度水素化工程残査を単体で使用した場合に問題となる轍掘れの問題を解決することができる。

【0011】この態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合してもよい。

【0012】このようにすれば、アスファルト組成物のゴムやレジンに対する相溶性を高めることができる。

【0013】またこの態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の石油樹脂を混合してもよい。さらにこの態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部のゴムを混合することとしてもよい。さらにこの態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の熱可塑性ゴムを混合することとしてもよい。

【0014】ここに石油樹脂とは、石油加工工程溜分からえられる混合不飽和モノマーから製造される一群のポリマーをいう。またここでのゴムとは、天然、合成、改質による高重合体であって、弾性、後加硫性、弾性回復性をもつものをいう。またここでの熱可塑性ゴムとは、熱可塑性材料と同様に加工できるが、通常の加硫ゴムと類似の性質を保持するポリマーをいう。

【0015】このようにすれば、ゴム・レジンや熱可塑性ゴムの作用により合材の空隙率を高めることができ、透水性舗装に好適に使用できるアスファルト組成物を提供することができる。ここでいう合材とは、アスファルトやアスファルト組成物と、砂利等の骨材とを所定の割合で混合し、道路舗装の目的に使用されるものをいう（以下同じ。）。

【0016】本発明の他の態様では、高度水素分解工程残査100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合した第二のアスファルト組成物を提供して前記課題を解決する。

【0017】ここにソルベントエクストラクトとは、鉱油系潤滑油を精製する工程の一つである溶剤抽出工程において減圧蒸留残査油から溶剤により抽出される芳香族炭化水素に富んだ成分をいう。

【0018】この態様によれば、高度水素分解工程残査のゴムやレジンに対する相溶性をさらに高めることができる。これにより使用できるゴムやレジンの種類が豊富なものとなり、選択の自由度を高めることができる。さ*

* らにこれにより低コストのゴムやレジンを使用できるようになり、コストダウンを図ることができる。

【0019】この態様において、前記第二のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の石油樹脂を混合してもよい。また、この態様において前記第二のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部のゴムを混合することとしてもよい。また、この態様において前記第二のアスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の熱可塑性ゴムを混合することとしてもよい。

【0020】このようにすれば、ゴムやレジンの作用により骨材表面への着目性が良好となり骨材の剥離防止と骨材同士の磨耗による目詰まり防止をはかることができ、合材の復元性および空隙率を高めることができる。これによって透水性舗装に好適に使用できるアスファルト組成物を提供することができる。

【0021】本発明の他の態様では、上記諸態様のアスファルト組成物が混合された合材により前記課題を解決する。

【0022】この態様によると、上記諸特性を備えたアスファルト組成物を道路舗装用の合材に適用することができる。

【0023】本発明のこのような作用及び利得は、次に説明する実施の形態から明らかにされる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下本発明を実施形態に基づき説明する。はじめに高度水素分解工程残査とストレートアスファルトとを混合した場合について説明し、その後高度水素分解工程残査とソルベントエクストラクトとを混合した場合について説明する。

【0025】

【実施例】表1および図1は、高度水素分解工程残査100重量部に対して、ストレートアスファルトを30重量部の割合にて混合したアスファルト組成物（以下において「混合物1」という。）の所定温度範囲における動粘度の測定結果を、高度水素分解工程残査単体およびストレートアスファルト単体と対比させて示したものである。図1は、60～200°Cの温度範囲におけるこれらの動粘度の測定結果を示し、表1は、このうち特に66～100°Cの温度範囲の動粘度の測定結果について上記三者を対比しつつ示すものである。ここで動粘度の測定は、JIS K2207 6.14に定められた試験方法に準じて行った。

【0026】

【表1】

		比較例1	比較例2	実施例1 (混合物1)
		混合比(重量部)		
高度水素分解工程残査		100	0	100
ストレートアスファルト		0	100	30
動粘度mm ² /s				
温度	100℃	700	3300	900
	90℃	1400	8000	2500
	80℃	3000	20000	10000
	70℃	9000	70000	50000
	66℃	14000	120000	120000

【0027】一般に、異なる動粘度を有する二種類の石油製品を混合した場合、その混合物の動粘度は、両者のうち低粘度の製品の影響をより大きく受ける傾向にある。たとえば、ある温度において $20\text{ mm}^2/\text{s}$ の動粘度を持つ製品Aと、 $40\text{ mm}^2/\text{s}$ の動粘度を持つ製品Bとを等量ずつ混合して製品Cを調製した場合、製品Cの動粘度は両者の動粘度の相加平均値である $30\text{ mm}^2/\text{s}$ とはならず、30と20との中間の値をとる。低粘度である高度水素分解工程残査と、高粘度のストレートアスファルトを混合した場合も基本的には同様の傾向となる。すなわち図1および表1からも読み取ることができるよう

に、混合物1の動粘度は粘度が低い高度水素分解工程残査の動粘度に近いものとなる。この傾向は高温側特に 150°C 以上の温度域において極めて明瞭に認められる。従って、合材のブレンド作業温度、養生温度および舗装現場における再加熱温度においては、混合物1は高度水素分解工程残査に近い動粘度を有している。換言すれば、混合物1を使用した合材のブレンド作業温度、養生温度および舗装現場における再加熱温度をストレートアスファルトを使用する場合よりも低くすることができる。従って、高度水素分解工程残査の有する省エネルギー性を混合物1を使用したにも享受することができる。

【0028】一方、混合物1の動粘度は、 100°C 以下の領域では低温になるに従い次第にストレートアスファルトの動粘度に接近してゆく。従ってひとたびブレンドされた合材として舗装面の構成材料となった際には、周囲温度は 100°C 以下であるので、混合物1はストレートアスファルトに近い高粘度を保つことができ、いわゆる轍掘れの発生を防止することができる。

【0029】 100°C 以下において、混合物1の動粘度が急激にストレートアスファルトの動粘度に近づいてゆくメカニズムは以下のように考えられている。混合物1を 200°C 以上の高温にすると、ストレートアスファルト中に含まれているアスファルテンが膨張して、アスファルテンのミセルの拘束が緩む。このミセル中に高度水*

* 素分解工程残査に豊富に含まれているオイル分と比較的低分子のレジン分が浸透する。浸透を受けたアスファルテンは、温度低下すると、前記オイル分および低分子レジン分を取り込んでしまう。しかし、周囲をオイルで囲まれているため、ミセルに戻れない。すなわちアスファルテンに戻れず、大きなレジン分として分散する。さらに温度が低下すると、大きなレジン分は、柔軟性に富む樹脂となり、凝集力が高められる。このようにして 100°C 以下の低温域において、混合物1の動粘度が温度低下につれて急激に上昇するのである。

【0030】以上のとおり、低温域にて動粘度を高く保つという観点からは、ストレートアスファルトの混合比率は高度水素分解工程残査100重量部に対して5重量部以上、望ましくは15重量部以上、さらに好ましくは30重量部以上であることが好ましい。一方、ストレートアスファルトの混合比率を高めすぎると、高温域の粘度上昇が起こり高度水素分解工程残査本来の省エネルギー性が失われてしまう。かかる観点から、ストレートアスファルトの混合比率の上限は高度水素分解工程残査100重量部に対して90重量部以下、望ましくは70重量部以下、さらに望ましくは60重量部以下とすることが好ましい。

【0031】次に高度水素分解工程残査、混合物1、およびストレートアスファルトの3者について、施工可能最低温度(動粘度約 $250\sim 320\text{ mm}^2/\text{s}$ になる温度)および、所定の種類のポリマーが可溶となる温度(試験結果)を比較して、表2に示す。ここにポリマー可溶温度とは、加熱した高度水素分解工程残査、混合物1、またはストレートアスファルトの中に個体ポリマーを投入した場合に、高度水素分解工程残査、混合物1、またはストレートアスファルト中にポリマーが溶解することにより固体が認められなくなる温度をいう。

【0032】

【表2】

	比較例1	比較例2	実施例1
組成	高度水素分解工程残査 100%	ストレートアスファルト 100%	混合物1 (100:30)
施工可能最低温度(℃)	160	210	163
ポリマー可溶温度(℃)	180	230	183

【0033】表2からも明らかなように、混合物1の施工可能最低温度は、高度水素分解工程残査の施工温度に近く従来のストレートアスファルトを使用する場合と比較して、大幅な省エネルギーが可能である。また透水性舗装材料を調整する際に必要な、ポリマーを溶解する温度も低くてすみ、この面での省エネルギーも実現可能であることが確認された。

【0034】表3は、高度水素分解工程残査と、ソルベントエクストラクトとの混合物の各種樹脂およびゴムとの溶解性試験結果を、高度水素分解工程残査単体およびストレートアスファルト単体と比較して示している。表20において、「混合物2」は高度水素分解工程残査100*

*部に対してソルベントエクストラクトを5重量部混合したもの、「混合物3」は高度水素分解工程残査100部に対してソルベントエクストラクトを100重量部混合したものをそれぞれ示している。また表中「PP」はポリプロピレン、「PE」はポリエチレン、「PS」はポリスチレン、「EP」はエチレンプロピレンゴム、「EPT」はエチレンプロピレンターポリマーゴム、「NR」は天然ゴム、「BR」はブタジエンゴム、「SBR」はスチレンブタジエンゴム、「TPO」はオレフィン系熱可塑性ゴム、「TPS」はスチレン系熱可塑性ゴムをそれぞれ示している。

【0035】

【表3】

	比較例3	比較例4	実施例2 (混合物2)		実施例3 (混合物3)
			混合比(重量部)		
高度水素分解工程残査	100	0	100	100	100
ストレートアスファルト	0	100	0	0	0
ソルベントエクストラクト	0	0	5	100	
相溶性(%)	樹脂 (PP/PE/PS) 2%以下	不溶	5%以下	5%以下	
ゴム (EP/EPT/NR/ BR/SBR)	10%以下	5%以下	15%以下	15%以下	
熱可塑性ゴム (TPO/TPS)	15%以下	5%以下	20%以下	50%以下	
石油樹脂 (C5,C9)	20%以下	10%以下	25%以下	50%以下	
混合可能温度(℃)	180	230	160	—	

【0036】表3からも明らかなように、高度水素分解工程残査はもともとストレートアスファルトに比較した場合、各種ゴム、樹脂類との相溶性に優れるが、ソルベントエクストラクトを混合することによりさらに相溶性を高めることができる。透水性舗装に用いられるアスファルトとして、通常これらのゴムや樹脂をアスファルト

50にして最低20重量部混合することが必要とされているが、高度水素分解工程残査にソルベントエクストラクトを混合することにより相溶性がさらによくなるので、溶解すべきゴムや樹脂の選択の幅を広げができる。これにより、材料費の低減を図ることができる。また、相溶性が増すので混合温度を低くすることができます。

BEST AVAILABLE COPY

省エネルギーに資することもできる。上記ソルベントエクストラクトの例として、市中において例えば富士興産株式会社製の「フッコールアロマックスシリーズ」(フッコールは登録商標)が入手可能である。

【0037】図2は高度水素分解工程残査100重量部に対しソルベントエクストラクト100重量部を混合した混合物3の温度と動粘度との関係を、高度水素分解工程残査単体およびソルベントエクストラクト単体と対比させて示している。一般にソルベントエクストラクトの動粘度は、高度水素分解工程残査の動粘度より低く、前にも述べたように両者を混合すると、混合物の動粘度は低粘度であるソルベントエクストラクトの動粘度に近いものとなる。従って、混合物の動粘度を所定値以上に保つため、ソルベントエクストラクトの混合比率は高度水素分解工程残査100重量部に対して、一般には20重量部以下、望ましくは10重量部以下、さらに望ましくは2重量部以下とすることが好ましい。

【0038】なお、上記ソルベントエクストラクトに変えて、接触分解装置から生産されるタール分(FCCタール)または、減圧蒸留装置より生産されるガス留分(VG0—VACUUMED GAS OIL)を混合しても同様の効果が得られる。

【0039】本発明は、高度水素分解工程残査に所定量のストレートアスファルト、またはソルベントエクストラクトを単体にて混合してもよく、またストレートアスファルトとソルベントエクストラクトとを同時に混合してもよい。さらに透水性付与のためこれらに所定量のゴムや樹脂類を混合してもよい。また、以上の実施形態においては、道路舗装用を中心にして説明してきたが本発明のアスファルト組成物の用途はこれに限定されるものではなく、「防水用」「シール用」「錆止塗料用」「インキ塗料用」「防音材用」などの用途にも適用可能である。さらに、本発明のアスファルト組成物はプラスチック類との相溶性がよいので、可燃性ごみ(プラスチックごみ)を溶解することができ、それを舗装材料に利用できるので、ごみ処理に適用することも可能である。

【0040】ちなみに、透水性アスファルトの国内需要は2005年には100万トンを超えるものと見積られており、本発明を実施することにより年間20万トンものプラスチックごみの処理が可能となる。

【0041】本願発明において、高度水素分解工程残査にストレートアスファルトまたはソルベントエクストラクトを混合する際には、所定の高温に保った高度水素分解工程残査とストレートアスファルトまたはソルベントエクストラクトとをタンク内で十分に攪拌することにより均一にブレンドすることができる。また、所定温度に加温された高度水素分解工程残査とストレートアスファルトまたはソルベントエクストラクトとを同一ラインに供給しつつブレンドするいわゆるラインブレンドにより混合しても良い。

【0042】以上、現時点において、もっとも、実践的であり、かつ、好ましいと思われる実施形態に関連して本発明を説明したが、本発明は、本願明細書中に開示された実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲および明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴うアスファルト組成物および合材もまた本発明の技術的範囲に包含されるものとして理解されなければならない。

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の一態様では、高度水素分解工程残査100重量部に対し、5～90重量部のストレートアスファルトを混合したアスファルト組成物によれば、高度水素分解工程残査とストレートアスファルトとを所定範囲の混合率にて混合したアスファルト組成物の高温における動粘度は高度水素分解工程残査の動粘度に近く、逆に低温になると急激にストレートアスファルトの動粘度に近くなる。したがって、該混合物の高温における動粘度が低いので、高度水素分解工程残査単体で使用した場合におけるような省エネルギーのメリットを享受することができる。また常温附近においては該混合物の動粘度はストレートアスファルトの動粘度近くまで高くなるので、高度水素化工程残査を単体で使用した場合に問題となる轍ぼれの問題を解決することができる。

【0044】この態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合すれば、アスファルト組成物のゴムやレジンに対する相溶性を高めることができる。

【0045】またこの態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の石油樹脂を混合してもよい。さらにこの態様において、前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部のゴムを混合することとしてもよい。前記アスファルト組成物100重量部に対し、3～30重量部の熱可塑性ゴムを混合することとしてもよい。

【0046】このようにすれば、ゴムやレジンの作用により合材の空隙率を高めることができ、透水性舗装に公的に使用できるアスファルト組成物を提供することができる。

【0047】本発明の他の態様では、高度水素分解工程残査100重量部に対し、2～20重量部のソルベントエクストラクトを混合した第二のアスファルト組成物によれば、高度水素分解工程残査のゴムやレジンに対する相溶性をさらに高めることができる。これにより使用できるゴムやレジンの種類が豊富なものとなり、選定の自由度を高めることができる。さらに低コストのゴムやレジンを使用できるようになり、コストダウンを図ることができる。

BEST AVAILABLE COPY

ト組成物100重量部に対し、3~30重量部の石油樹脂を混合してもよい。また、この態様において前記第二のアスファルト組成物100重量部に対し、3~30重量部のゴムを混合することとしてもよい。また、この態様において前記第二のアスファルト組成物100重量部に対し、3~30重量部の熱可塑性ゴムを混合することとしてもよい。

【0049】このようにすれば、ゴムやレジンの作用により骨材表面への着着性が良好となって合材の空隙率を高めることができ、透水性舗装に好適に使用できるアスファルト組成物を提供することができる。

【0050】さらに上記諸態様のアスファルト組成物のうち、石油樹脂、ゴムまたは熱可塑性ゴムが混合された*

*ものを透水性道路舗装に使用して、上記アスファルト組成物を透水性道路の舗装に好適に適用することができる。

【0051】上記諸態様のアスファルト組成物が混合された合材によれば、上記諸特性を備えたアスファルト組成物を道路舗装用の合材に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】高度水素分解工程残渣と、ストレートアスファルトとの混合物の動粘度と温度の関係を示す図である。

【図2】高度水素分解工程残渣と、ソルベントエクストラクトとの混合物の動粘度と温度の関係を示す図である。

【図2】

